



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 11 881 A 1

51 Int. Cl.⁵:
C 25 D 5/02
C 25 D 5/18
C 25 D 5/34
C 25 D 7/04
B 41 F 13/08

21 Aktenzeichen: P 42 11 881.6
22 Anmeldetag: 9. 4. 92
43 Offenlegungstag: 14. 10. 93

DE 42 11 881 A 1

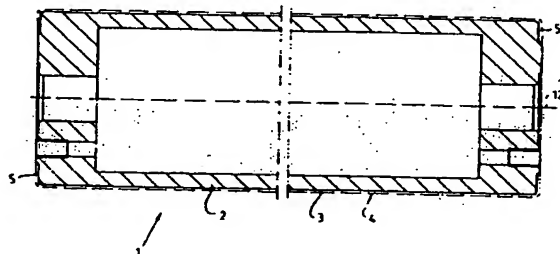
71 Anmelder:
WMV Winterthurer Metallveredelung AG,
Winterthur, CH; Heidelberger Druckmaschinen AG,
69115 Heidelberg, DE
74 Vertreter:
Stoltenberg, B., Ing.(grad.), Pat.-Ass., 6901 Nußloch

72 Erfinder:
Müll, Karl, Volketswil-Kindhausen, CH

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum galvanischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrochemischen (galvanischen) Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung auf einen Gegenstand, insbesondere eine Maschinenwalze, unter Verwendung einer, den Schichtauftrag bewirkenden elektrischen Größe des galvanischen Prozesses. Es ist vorgesehen, daß zur Erzielung einer gewünschten strukturierten Oberflächentopographie mittels mindestens eines Anfangsimpulses der elektrischen Größe auf der zu beschichtenden Fläche Keimbildungen des Abscheidematerials erfolgen und daß anschließend mittels mindestens eines Folgeimpulses ein Wachstum der Abscheidematerialkeime durch Anlagerung von weiteren Abscheidematerial herbeigeführt wird.



DE 42 11 881 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 93 308 041/223

10/55

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrochemischen (galvanischen) Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung auf einen Gegenstand, vorzugsweise ein Maschinenbauteil, insbesondere eine Maschinenwalze, unter Verwendung einer, den Schichtauftrag bewirkenden elektrischen Größe des galvanischen Prozesses.

In vielen Bereichen der Technik werden zum Beispiel Maschinenbauteile mit speziellen Oberflächeneigenschaften benötigt. Es ist bekannt, Oberflächenbeschichtungen auf Maschinenbauteile mittels galvanischer Prozesse aufzubringen. Betrachtet man beispielsweise Maschinenwalzen beziehungsweise Zylinder für die graphische Industrie, zum Beispiel für den Textildruck oder Zylinder für Druckmaschinen, so werden diese unter anderem im Hinblick auf Feuchtreibzylinder mit einer speziellen, "rauen" Oberfläche benötigt. Zur Herstellung derartiger Oberflächengüten wird der Feuchtreibzylinder hartverchromt und anschließend einem Schleifprozeß auf Maß unterzogen. Danach erfolgt eine Strukturätzung, um die gewünschte Rauheit der Oberfläche herbeizuführen.

Auf die so geschaffene Oberflächenstruktur wird dann eine Hartchromschicht aufgebracht. Diese verschiedenen, zur Erstellung notwendigen Arbeitsschritte sind recht aufwendig und erfordern eine komplizierte Verfahrenstechnik. Die Kosten werden im wesentlichen durch die aufwendigen Bearbeitungsstufen wie mechanisches Schleifen auf Maß und chemisches Strukturätzen bestimmt; diese Bearbeitungsverfahren sind relativ teuer.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum elektrochemischen Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung auf einen Gegenstand anzugeben, das auf einfache und kostengünstige Weise die Schaffung von gewünschten, strukturierten Oberflächentopographien ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Erzielung der gewünschten strukturierten Oberflächentopographie mittels mindestens eines Anfangsimpulses der elektrischen Größe auf der zu beschichtenden Fläche Keimbildungen des Abscheidematerials erfolgen und daß anschließend mittels mindestens eines Folgeimpulses ein Wachstum der Abscheidematerialkeime durch Anlagerung von weiterem Abscheidematerial herbeigeführt wird. Dieses erfindungsgemäße Vorgehen führt zu einer gleichmäßigen, optimalen Strukturierung der Oberfläche, ohne daß es einer aufwendigen Schleifzwischenbearbeitung sowie chemischer Ätzprozesse bedarf. Vielmehr wird bereits während des galvanischen Beschichtungsprozesses die gewünschte Oberflächenstruktur eingestellt. Wesentlich ist dabei, daß zunächst mittels des Anfangsimpulses der elektrischen Größe die Keimbildung mit Abscheidematerial vollzogen und anschließend durch den Folgeimpuls ein Wachstum der gebildeten Keime herbeigeführt wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß als elektrische Größe eine elektrische Spannung und/oder ein elektrischer Strom derart verwendet wird, daß der Anfangsimpuls und/oder der Folgeimpuls eine definierte Gestalt durch eine entsprechende Spannungs- und/oder Stromfunktion in Abhängigkeit von der Zeit hat.

Aufgrund des erfindungsgemäßen Vorgehens ist es möglich, die strukturierten Oberflächenbeschichtungen, vorzugsweise mittels galvanischer Chrom- oder Chrom-

legierungselektrolyten, mittels galvanischer Nickel- oder Nickellegierungselektrolyten, mittels galvanischen Kobalt- oder Kobaltlegierungselektrolyten, mittels galvanischer Kupfer- oder Kupferlegierungselektrolyten oder mittels galvanischer Edelmetall- oder Edelmetalle-
 5 legierungselektrolyten herzustellen. Mit der erfindungsgemäß erstellten Struktur der Oberfläche lassen sich die Anforderungen verschiedenster Anwendungsgebiete erfüllen. So bildet die Struktur beispielsweise definierte
 10 Schmierstoffdepots oder weist eine Speicherkapazität für mit der Oberfläche in Berührung kommende Stoffe auf. Überdies führt die Strukturierung zu blendarmen Geräten, zum Beispiel in der Medizin- oder optischen Technik. Dabei lassen sich genau definierte Reflexions-
 15 grade erzielen, wie sie für funktionelle aber auch für dekorative Anwendungen benötigt werden. Insbesondere ist es möglich, mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Walzen für Druckmaschinen, insbesondere Feuchtreibzylinder von Feuchtwerken derartiger Druckma-
 20 schinen zu beschichten, die optimale Eigenschaften für den Druckprozeß aufweisen.

Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, daß ein Mehrschichtenaufbau erfolgt, wobei zumindest eine der Schichten mit der
 25 strukturierten Oberflächentopographie versehen ist. Im Zuge dieses Mehrschichtenaufbaus wird vorzugsweise auf den Gegenstand zunächst eine Nickel-Strike-Schicht aufgebracht. Diese Nickel-Strike-Schicht wird mit einer Dicke von 0,2 bis 2 µm, vorzugsweise < 1 µm,
 30 aufgebracht. Das Aufbringen erfolgt vorzugsweise — wie bei allen nachstehend noch erwähnten Schichten — mittels eines galvanischen Prozesses. Bei dem Gegenstand handelt es sich beispielsweise um eine Walze beziehungsweise einen Zylinder einer Druckmaschine.
 35 Der Zylinder besteht vorzugsweise aus Stahl (St. 52/Nirosta).

Auf die Nickel-Strike-Schicht wird eine Sulfamat-Nickel-Schicht aufgebracht. Diese Schicht wird vorzugsweise mit einer Dicke von 25 bis 40 µm, insbesondere von 30 µm, hergestellt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn auf die Sulfamat-Nickel-Schicht eine Chromschicht, insbesondere eine rißarme Chromschicht, aufgebracht wird. Diese Chromschicht besitzt vorzugsweise eine Dicke von 5 bis 15 µm,
 45 insbesondere von 10 µm. Nunmehr wird auf die Chromschicht die mittels Anfangs- und Folgeimpuls erzeugte, strukturierte Oberflächenbeschichtung aufgebracht. Diese Oberflächenbeschichtung ist vorzugsweise als Strukturchromschicht ausgebildet, wobei im galvanischen Prozeß ein Chrom- oder ein Chromlegierungselektrolyt eingesetzt wird. Das Aufbringen erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß zunächst mittels mindestens
 50 eines Anfangsimpulses der elektrischen Größe des galvanischen Prozesses auf die zu beschichtende Fläche (beispielsweise die genannte Chromschicht) Keime des Abscheidematerials aufgebracht werden. Anschließend wird dann mittels mindestens eines Folgeimpulses ein Wachstum dieser Keime herbeigeführt, bis die gewünschte Strukturierung erreicht ist. Vorzugsweise
 55 wird die strukturierte Oberflächenbeschichtung mit einer maximalen Dicke von 5 bis 20 µm, vorzugsweise von 7 bis 10 µm, hergestellt. Unter der "maximalen Dicke" wird das Maß bis zu den höchsten Erhebungen verstanden, da aufgrund der Strukturierung, das heißt, höher und tiefer liegender Bereiche, eine Dickenmaßangabe
 60 sonst nicht eindeutig definiert ist. Als Bemessung kann auch der sogenannte "Traganteil" herangezogen werden, der auch als "Materialanteil" gemäß DIN 4762 defi-

niert ist. Dieser Traganteil ist das prozentuale Verhältnis der Länge des in einer bestimmten Schnittlinie geschnittenen Profils zu einer Bezugsstrecke. Das Profil ergibt sich aufgrund der Oberflächenstruktur, wobei die Schnittlinie unterhalb der höchsten Erhebungen der Struktur liegt, so daß es zum Schnitt der entsprechenden Erhebungen führt beziehungsweise jedoch auch zwischen den Erhebungen liegt. Vorzugsweise wird mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Traganteil von 25% erzielt, wobei die Schnittlinie 2 µm unterhalb des höchsten Punktes der Struktur liegt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß auf die strukturierte Oberflächenbeschichtung eine Abschlußschicht aus mikrorissigem Chrom aufgebracht wird. Diese Abschlußschicht wird vorzugsweise mit einer Dicke von 5 bis 20 µm, insbesondere 8 bis 10 µm hergestellt.

Während die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugte strukturierte Oberflächenbeschichtung die entsprechend gewünschte Rauheit beziehungsweise den entsprechend gewünschten Traganteil aufweist, sind die übrigen, hier genannten Schichten (Nickel-Strike-Schicht, Sulfamat-Nickel-Schicht, rißarme Chromschicht (Grundschrift) und Abschlußschicht aus mikrorissigem Chrom) demgegenüber als jeweils in sich gleich dick und unstrukturiert anzusehen.

Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, daß für den elektrochemischen Prozeß zum Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung ein Chromelektrolyt verwendet wird. Dieser Chromelektrolyt weist vorzugsweise eine Temperatur von etwa 45°C auf.

Es ist vorteilhaft, wenn während des Aufbringens der strukturierten Oberflächenbeschichtung der Gegenstand in Rotation versetzt wird. Vorzugsweise erfolgt dies bei den Zylindern der erwähnten Druckmaschinen dadurch, daß diese um ihre Längs-Mittelachse gedreht werden.

Besonders bevorzugt werden beim Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung Anoden aus PbSn7 oder platinierter Titan verwendet. Demgegenüber bildet der zu beschichtende Gegenstand beim Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung die Kathode.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn beim Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung ein Elektrodenabstand zwischen Anode und Kathode von 10 bis 40 cm, insbesondere 25 cm, vorliegt.

Für die Strukturierung der Oberflächenbeschichtung wird bevorzugt ein trapezförmiger Spannungs-Anfangsimpuls und ebenfalls ein etwa trapezförmiger Spannungs-Folgeimpuls verwendet. Zunächst wird im Zuge des Prozeßverlaufs das Maschinenbauteil in den Elektrolyten, insbesondere Chromelektrolyten, eingetaucht und erst nach Ablauf einer spannungs- beziehungsweise stromfreien Wartezeit der Anfangsimpuls gestartet. Diese Wartezeit dient unter anderem der Temperaturangleichung, das heißt, der Grundwerkstoff (Maschinenbauteil) nimmt etwa die Temperatur des Elektrolyten an. Diese Wartezeit beträgt vorzugsweise 60 s.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn zwischen dem Ende des Anfangsimpulses und dem Anfang des Folgeimpulses eine spannungs- beziehungsweise stromfreie Zwischenzeitspanne verstreicht. Diese Zwischenzeitspanne liegt somit zwischen dem Abschnitt der zuvor erwähnten Keimbildung und der Wachstumsphase des Abscheidungsprozesses.

Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist zur Bildung der strukturierten Oberflächenbeschichtung vorgesehen, daß dem Anfangsimpuls ein Grundimpuls (Spannungs- bzw. Stromimpuls) vorgeschaltet wird. Dieser dient dem Aufbau einer vorstehend schon erwähnten Grundschrift. Der Grundimpuls hat vorzugsweise eine Anfangsflanke mit einer Steigung von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,25 \text{ V/5 s}$. Diese Anfangsflanke wird solange beibehalten, bis eine Amplitude von etwa 4 V vorliegt. Diese wird mit konstantem Wert über einen Zeitraum von etwa 600 s beibehalten. Der Grundimpuls endet mit einem Abfall von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,4 \text{ V/5 s}$, wobei sich dieser Abfall an die konstante Amplitude anschließt und im spannungs- bzw. stromfreien Zustand endet. Damit ist der Grundimpuls abgeschlossen und es tritt nunmehr eine spannungs- bzw. stromfreie Ruhephase ein, die sich an die Endflanke des Grundimpulses anschließt und mit dem Anfangsimpuls zur Herbeiführung der Keimbildung endet.

Dieser Anfangsimpuls erhält eine Startflanke, die eine Steigung von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,3 \text{ V/5 s}$ hat, wobei diese Steigung bis zu einer Amplitude von etwa 5 V beibehalten wird. Ist diese Amplitude erreicht so ist der Anfangsimpuls abgeschlossen. Es schließt sich an den Anfangsimpuls eine Startflanke eines Folgeimpulses an, wobei die Startflanke des Folgeimpulses eine Steigung von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,1 \text{ V/6 s}$ aufweist. Mittels dieser Startflanke wird der Strom im galvanischen Prozeß bis auf eine maximale Stromstärke von ca. 950 A bezogen auf eine Normfläche gesteigert. Diese maximale Stromstärke wird nun über eine Zeitspanne von etwa 60 s beibehalten. Anschließend wird der Folgeimpuls heruntergefahren, das heißt, er weist eine Rückflanke auf, welche mit einem Abfall von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,5 \text{ V/4 s}$ versehen und bis zur Strom- beziehungsweise Spannungsfreiheit heruntergefahren wird. Damit ist die gewünschte, strukturierte Oberflächentopographie auf dem Gegenstand (Maschinenbauteil) hergestellt.

Zur Variation der Oberflächentopographie ist es möglich, die zuvor genannten Spannungs- und/oder Stromwerte und/oder Spannungsdifferenzwerte und/oder Zeit- und/oder Zeitdifferenzwerte zu variieren. Diese Variation ist — bezogen auf das erwähnte Ausführungsbeispiel — mit Abweichungen von $\pm 10\%$, vorzugsweise $\pm 5\%$, möglich.

Die Zeichnungen veranschaulichen die Erfindung, und zwar zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Feuchtreibzylinder eines Feuchtwerts einer Druckmaschine,

Fig. 2 eine vergrößerte Schnittansicht durch einen Oberflächenschichtaufbau des Feuchtreibzylinders der Fig. 1,

Fig. 3 ein Spannungs-Zeit-Diagramm eines galvanischen Beschichtungsprozesses zum Aufbringen einer strukturierten Oberflächenbeschichtung,

Fig. 4 eine Darstellung der strukturierten Oberflächenbeschichtung in 200facher Vergrößerung,

Fig. 5 die strukturierte Oberflächenbeschichtung der Fig. 4, jedoch mit 500facher Vergrößerung,

Fig. 6 eine nach dem Stand der Technik hergestellte Oberflächenbeschichtung und

Fig. 7 eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Oberflächenbeschichtung.

Die Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Feuchtreibzylinder 1 einer Druckmaschine. Der Feuchtreibzylinder 1 weist einen zylindrischen Grundkörper 2 auf, dessen Mantelfläche 3 mit einem Schichtaufbau 4 versehen wird. Der Schichtaufbau 4 ist mittels der

Strich-Punkt-Linie in Fig. 1 gekennzeichnet. Er wird um die Randbereiche 5 des Feuchtreibzylinders 1 mit der Länge eines Anteils des Radius herumgeführt.

Der Schichtaufbau 4 setzt sich aus einzelnen Schichten zusammen, die jeweils auf elektrochemischem Wege, also mittels galvanischer Prozesse, aufgebracht werden.

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Schichtaufbau 4. Auf dem Grundkörper 2 des Feuchtreibzylinders 1 wird eine Nickel-Strike-Schicht 6 galvanisch abgeschieden. Der Grundkörper besteht aus Stahl St52/Nirosta. Bei der Nickel-Strike-Schicht 6 handelt es sich um eine Vorvernichtung. Der hierzu verwendete Elektrolyt ist stark sauer mit einer hohen Chloridkonzentration. Die Nickel-Strike-Schicht 6 weist eine gleichmäßige Dicke von vorzugsweise 1 bis 2 μm auf.

Auf die Nickel-Strike-Schicht 6 ist eine Sulfamat-Nickel-Schicht 7 elektrolytisch aufgebracht. Diese Sulfamat-Nickel-Schicht 7 ist schwefelfrei; sie weist eine Dicke von 30 bis 40 μm und eine Vickers-Härte von 200 bis 250 HV auf.

Auf die Sulfamat-Nickel-Schicht 7 ist eine rißarme Chromschicht 8 galvanisch aufgebracht; sie besitzt eine gleichmäßige Dicke von 10 bis 15 μm und bildet eine sogenannte Grundsicht.

Auf die Chromschicht 8 ist eine strukturierte Oberflächenbeschichtung 9 mittels eines galvanischen Prozesses aufgebracht. Diese Oberflächenbeschichtung 9 stellt eine Strukturchromschicht 10 dar. Aufgrund der Strukturierung gibt es entsprechende Erhöhungen und Vertiefungen, wobei die maximale Dicke — gemessen von der Sohle bis zu dem Scheitel der maximalen Erhebung — dieser Strukturchromschicht 10 7 bis 10 μm beträgt.

Auf die strukturierte Oberflächenbeschichtung 10 ist eine gleichmäßig dicke Abschlussschicht 11 galvanisch aufgebracht, die aus mikrorissigem Chrom besteht. Ihre Dicke beträgt vorzugsweise 8 bis 10 μm . Die Härte beträgt etwa 900 HV oder sie ist größer als 900 HV.

Insgesamt ist somit eine Oberfläche des Feuchtreibzylinders 1 mit einer Rauheit $R_z = 6$ bis 10 μm gegeben.

Die Fig. 3 zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm, das die Steuerung einer elektrischen Größe (Spannung U) des galvanischen Prozesses zum Aufbringen der Grundsicht sowie zum nachfolgenden Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung 9 verdeutlicht. Für den elektrochemischen Prozeß wird der Feuchtreibzylinder 1 als Kathode geschaltet und es werden Anoden aus PbSn7 oder platinierter Titan verwendet. Der Elektrodenabstand zwischen Anode und Kathode wird auf ca. 25 cm eingestellt. Der Feuchtreibzylinder 1 wird während des Aufbringens der strukturierten Oberflächenbeschichtung 9 um seine Längsachse 12 (Fig. 1) kontinuierlich gedreht.

Gemäß Fig. 3 wird der elektrochemische Prozeß zum Aufbringen der Grundsicht (Chromschicht 8) und der strukturierten Oberflächenbeschichtung 9 wie folgt durchgeführt:

Zunächst wird der Grundkörper 2 des Feuchtreibzylinders 1 in einen Chromelektrolyten mit einer Temperatur von ca. 45°C eingebracht, wobei nach dem Einbringen zunächst eine Wartezeit t_w vergeht, die ca. 60 s lang ist. Während dieser Zeit erfolgt (ohne Strom- beziehungsweise Spannungsbeaufschlagung) ein Temperaturangleich des Grundwerkstoffes (Grundkörper 2) an die Elektrolyttemperatur.

Für das Aufbringen der Grundsicht (Chromschicht 8) wird nach Ablauf der Wartezeit t_w zunächst ein elektrischer Grundimpuls 13 zwischen Anode und Kathode

angelegt. Anschließend wird dann mittels eines Anfangs- und eines Folgeimpulses 14 zunächst Keimbildungen des Abscheidematerials (Anfangsimpuls 14') und dann ein Wachstum der Abscheidematerialkeime durch Anlagerung mit weiterem Abscheidematerial herbeigeführt (Folgeimpuls 14''), wodurch die strukturierte Oberflächenbeschichtung 9 gebildet wird.

Im einzelnen sind der Grundimpuls 13 und der Anfangs- sowie Folgeimpuls 14 wie folgt ausgebildet: Bei dem Grundimpuls 13 handelt es sich um einen Spannungsimpuls mit trapezförmiger Gestalt. Der Anfangs- und Folgeimpuls 14 ist ebenfalls ein Spannungsimpuls, der sich aus dem Anfangsimpuls 14' und dem direkt anschließenden Folgeimpuls 14'' zusammensetzt und etwa auch eine trapezförmige Gestalt aufweist; die reine Trapezform wird insofern gestört, als die Startflanke (Vorderflanke) des Anfangsimpulses 14' eine andere Steigung als die Startflanke des Folgeimpulses 14'' besitzt. Hierauf wird im nachfolgenden noch näher eingegangen.

Der Grundimpuls 13 besitzt eine Anfangsflanke 15, die nach Ablauf der Wartezeit t_w startet und eine Steigung von $\delta U/\delta t = 0,25 \text{ V/s}$ aufweist. An die Anfangsflanke 15 schließt sich eine konstante Amplitude 16 mit 4 V über einen Zeitraum von 600 s an. Daran schließt sich eine Endflanke 17 an, die einen Abfall von $\delta U/\delta t = 0,4 \text{ V/s}$ aufweist. Es folgt dann eine Zwischenzeitspanne t_z , die strom- bzw. spannungsfrei ist und eine Länge von 60 s aufweist. Es schließt sich dann der Anfangsimpuls 14' mit einer Startflanke 18 an, wobei diese eine Steigung von $\delta U/\delta t = 0,3 \text{ V/s}$ aufweist. Diese Steigung wird bis zu einer Amplitude A von 5 V durchgeführt. Hier endet der Anfangsimpuls 14'. Dies ist durch die gestrichelte Linie 22 angedeutet. Es schließt sich an den Anfangsimpuls 14' unmittelbar die Startflanke 20 des Folgeimpulses 14'' an, die eine Steigung $\delta U/\delta t = 0,1 \text{ V/s}$ aufweist. Mittels dieser Startflanke 20 wird der Strom, der dem galvanischen Prozeß zugrunde liegt, bis auf eine maximale Stromstärke I_{max} von 950 A gesteigert. Diese maximale Stromstärke I_{max} wird über eine Zeitspanne von 60 s beibehalten. Anschließend folgt eine Rückflanke 21 des Folgeimpulses 14'', die einen Abfall von $\delta U/\delta t = 0,5 \text{ V/s}$ aufweist. Am Ende der Rückflanke 21 besteht Strom- beziehungsweise Spannungsfreiheit.

In der Fig. 3 ist die von dem Anfangsimpuls 14' und dem Folgeimpuls 14'' gebildete Gesamtflanke mit 19 bezeichnet. Sie setzt sich aus den beiden Startflanken 18 und 20 zusammen.

Mittels des geschilderten elektrochemischen Prozesses zum Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung 9 wird eine Rauheit $R_z = 9 \mu\text{m}$ bei einem Traganteil von 25% erzielt.

Anschließend wird nach einem üblichen elektrochemischen Prozeß auf die erfindungsgemäß hergestellte strukturierte Oberflächenbeschichtung 9 die Abschlussschicht 11 aufgebracht.

Die Fig. 4 zeigt — in 200facher Vergrößerung — den Strukturchrom der strukturierten Oberflächenbeschichtung 9. Die Fig. 5 gibt eine 500fache Vergrößerung wieder. Deutlich ist erkennbar, daß eine sehr gleichmäßige strukturierte Verteilung vorliegt. Die Fig. 6 und 7 zeigen eine Gegenüberstellung einer bekannten Oberflächenbeschichtung mit der erfindungsgemäßen Oberflächenbeschichtung; und zwar zeigt die Fig. 6 eine herkömmliche, einem Schleif- und Ätzprozeß unterzogene Oberflächenbeschichtung in 200fachen Vergrößerung und die Fig. 7 die erfindungsgemäße, strukturierte Oberflächenbeschichtung 9, ebenfalls in 200facher Ver-

größerung. Deutlich ist erkennbar, daß die erfindungsgemäße Struktur wesentlich gleichmäßiger und geordneter aufgebaut ist, als beim Gegenstand des Standes der Technik.

Bei der Erstellung eines Feuchtreibzylinders 1 wird vor dem Aufbringen des Schichtaufbaus 4 selbstverständlich — wie üblich — zunächst ein Entfettungsprozeß und ein Dekapieren durchgeführt. Diese Vorgänge werden möglicherweise auch mehrfach wiederholt.

Erst dann wird die Nickel-Strike-Schicht 6, darauf dann die Sulfamat-Nickel-Schicht 7 und dann die Chromschicht 8 aufgebracht. Es erfolgt dann das Abscheiden der strukturierten Oberflächenbeschichtung 9 und anschließend das Aufbringen der Abschlußschicht 10, die aus mikrorissigem Chrom besteht und mit der sich die Maßhaltigkeit steuern läßt.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist die Erfindung nicht auf Chrom- beziehungsweise Chromlegierungsschichten beschränkt, sondern kann auch mit anderen Abscheidungsstoffen durchgeführt werden.

Ferner ist es nach einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel möglich, zwischen dem Anfangsimpuls und dem Folgeimpuls eine strom- bzw. spannungsfreie Pause, nämlich eine Zwischenzeitspanne, einzulegen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrochemischen (galvanischen) Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung auf einen Gegenstand, vorzugsweise ein Maschinenbauteil, insbesondere eine Maschinenwalze, unter Verwendung einer, den Schichtauftrag bewirkenden elektrischen Größe des galvanischen Prozesses, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer gewünschten strukturierten Oberfläche mittels mindestens eines Anfangsimpulses (14') der elektrischen Größe auf der zu beschichtenden Fläche Keimbildungen des Abscheidematerials erfolgen und daß anschließend mittels mindestens eines Folgeimpulses (14'') ein Wachstum der Abscheidematerialkeime durch Anlagerung von weiterem Abscheidematerial herbeigeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als elektrische Größe eine elektrische Spannung (U) und/oder ein elektrischer Strom derart verwendet wird, daß der Anfangsimpuls (14') und/oder der Folgeimpuls (14'') eine definierte Gestalt durch eine entsprechende Spannungs- und/oder Stromfunktion in Abhängigkeit von der Zeit (t) hat.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Gegenstand eine Nickel-Strike-Schicht (6) aufgebracht wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nickel-Strike-Schicht (6) eine Dicke von 0,2 µm bis 2 µm, vorzugsweise < 1 µm, erhält.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Nickel-Strike-Schicht (6) eine Sulfamat-Nickel-Schicht (7) aufgebracht wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sulfamat-Nickel-Schicht (7) mit einer Dicke von 25 µm bis 40 µm, insbesondere von 30 µm, hergestellt

wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Sulfamat-Nickel-Schicht (7) eine Chromschicht (8), insbesondere rißarme Chromschicht, aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Chromschicht (8) mit einer Dicke von 5 µm bis 15 µm, insbesondere von 10 µm, hergestellt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Chromschicht (8) eine Grundschicht ist, die mittels eines elektrischen Grundimpulses (13) galvanisch aufgebracht wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Chromschicht (8) die mittels Anfangs- und Folgeimpuls (14 bzw. 14' und 14'') erzeugte, strukturierte Oberflächenbeschichtung (9) aufgebracht wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die strukturierte Oberflächenbeschichtung (9) als Strukturchromschicht (10) ausgebildet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die strukturierte Oberflächenbeschichtung (9) mit einer maximalen Dicke von 5 µm bis 20 µm, vorzugsweise 7 µm bis 10 µm, hergestellt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die strukturierte Oberflächenbeschichtung (9) eine Abschlußschicht (11) aus mikrorissigem Chrom aufgebracht wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußschicht (11) mit einer Dicke von 5 µm bis 20 µm, insbesondere 8 µm bis 10 µm, hergestellt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für den elektrochemischen Prozeß zum Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung (9) ein Chromelektrolyt verwendet wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Chromelektrolyt eine Temperatur von ca. 45°C aufweist.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Aufbringens der strukturierten Oberflächenbeschichtung (9) der Gegenstand in Rotation versetzt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung (9) Anoden aus PbSn7 oder platinisiertem Titan verwendet werden.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand, insbesondere das zu beschichtende Maschinenbauteil, beim Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung (9) die Kathode bildet.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Aufbringen der strukturierten Oberflächenbeschichtung (9) ein Elektrodenabstand zwischen Anode und Kathode von 10 cm bis 40 cm, insbesondere 25 cm, eingehalten wird.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Strukturierung der Oberflächenbeschichtung (9) ein etwa trapezförmiger Spannungsimpuls verwendet wird. 5
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung der die Grundschicht bildenden Chromschicht (8) der Gegenstand, insbesondere das Maschinenbauteil, in den Elektrolyten, insbesondere Chromelektrolyten, eingetaucht und erst nach Ablauf einer spannungs- bzw. stromfreien Wartezeit (t_w) der Anfangsimpuls (14') gestartet wird. 10
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Ende des Grundimpulses (13) und dem Anfang des Anfangsimpulses (14') eine spannungs- bzw. stromfreie Zwischenzeitspanne (t_z) verstreicht. 15
24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundimpuls (13) eine Anfangsflanke (15) mit einer Steigung von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,25 \text{ V/5 s}$ erhält. 20
25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich an die Anfangsflanke (15) eine konstante Amplitude von etwa 4 V über einen Zeitraum von etwa 600 s anschließt. 25
26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundimpuls (13) eine sich an die konstante Amplitude anschließende Endflanke (17) mit einem Abfall von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,4 \text{ V/5 s}$ erhält. 30
27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an die Endflanke (17) die Zwischenzeitspanne (t_z) anschließt. 35
28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anfangsimpuls (14') eine Startflanke (1 μ) mit einer Steigung von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,3 \text{ V/5 s}$ erhält, wobei diese Steigung bis zu einer Amplitude (A) von etwa 5 V beibehalten wird. 40
29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich an den Anfangsimpuls (14') der Folgeimpuls (14'') unmittelbar (ohne Pause) anschließt und daß das Ende der Startflanke (18) des Anfangsimpulses (14') stetig (sprungfrei) in den Anfang der Startflanke (20) des Folgeimpulses (14'') übergeht. 45
30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Startflanke (20) des Folgeimpulses (14'') eine Steigung von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,1 \text{ V/6 s}$ aufweist, wobei der Strom bis auf eine maximale Stromstärke (I_{max}) von ca. 950 A bezogen auf eine Normfläche gesteigert wird. 50
31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Stromstärke (I_{max}) über eine Zeitspanne von etwa 60 s beibehalten wird. 55
32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Folgeimpuls (14'') eine sich an die maximale Stromstärke (I_{max}) anschließende Rückenflanke (21) aufweist, welche mit einem Abfall von $\delta U/\delta t = \text{ca. } 0,5 \text{ V/4 s}$ versehen und bis zur Strom- bzw. Spannungsfreiheit heruntergefahren wird. 60
33. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die vorge-

nannten Spannungs- und/oder Stromwerte und/oder Spannungsdifferenzwerte und/oder Zeit- und/oder Zeitdifferenzwerte mit Abweichungen von $\pm 10\%$, vorzugsweise $\pm 5\%$, verwendet werden.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

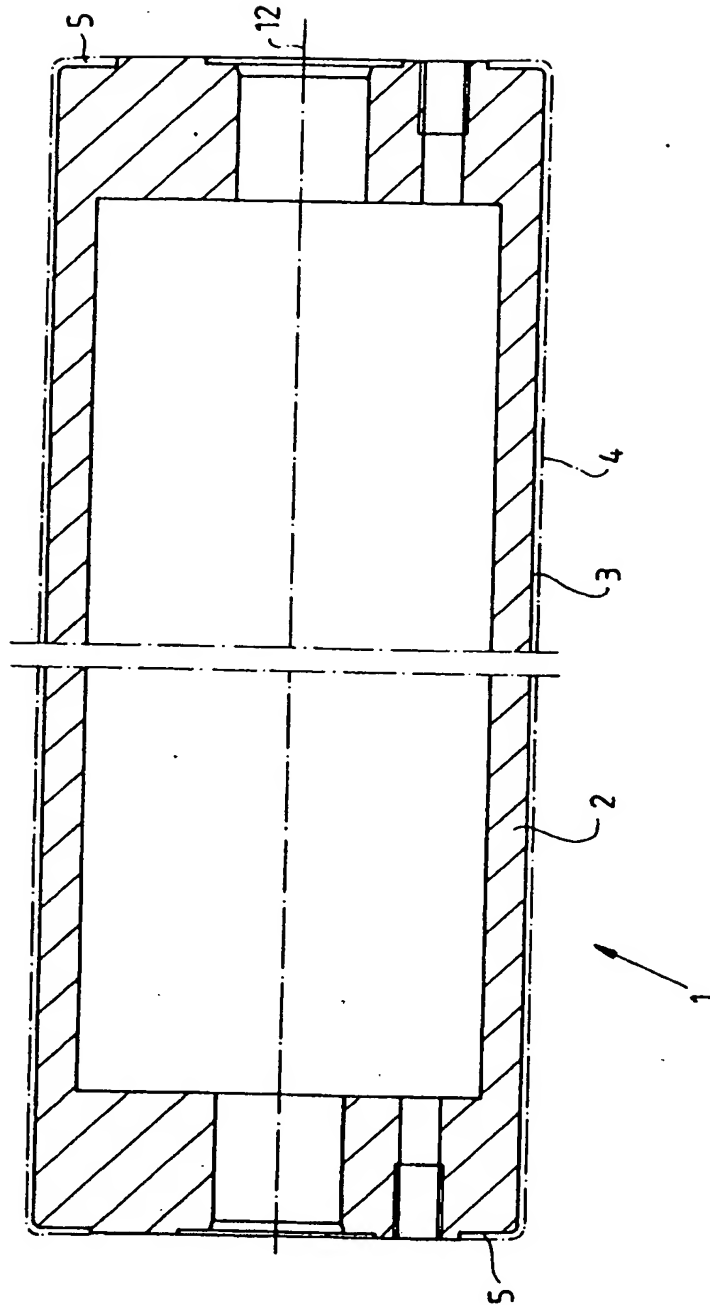


Fig.1

Fig. 2

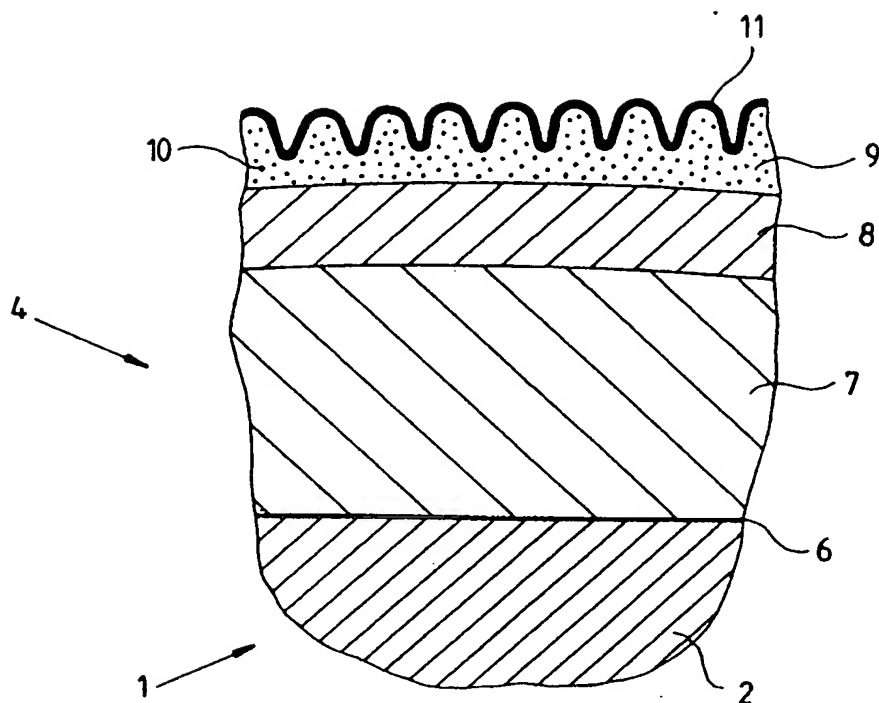
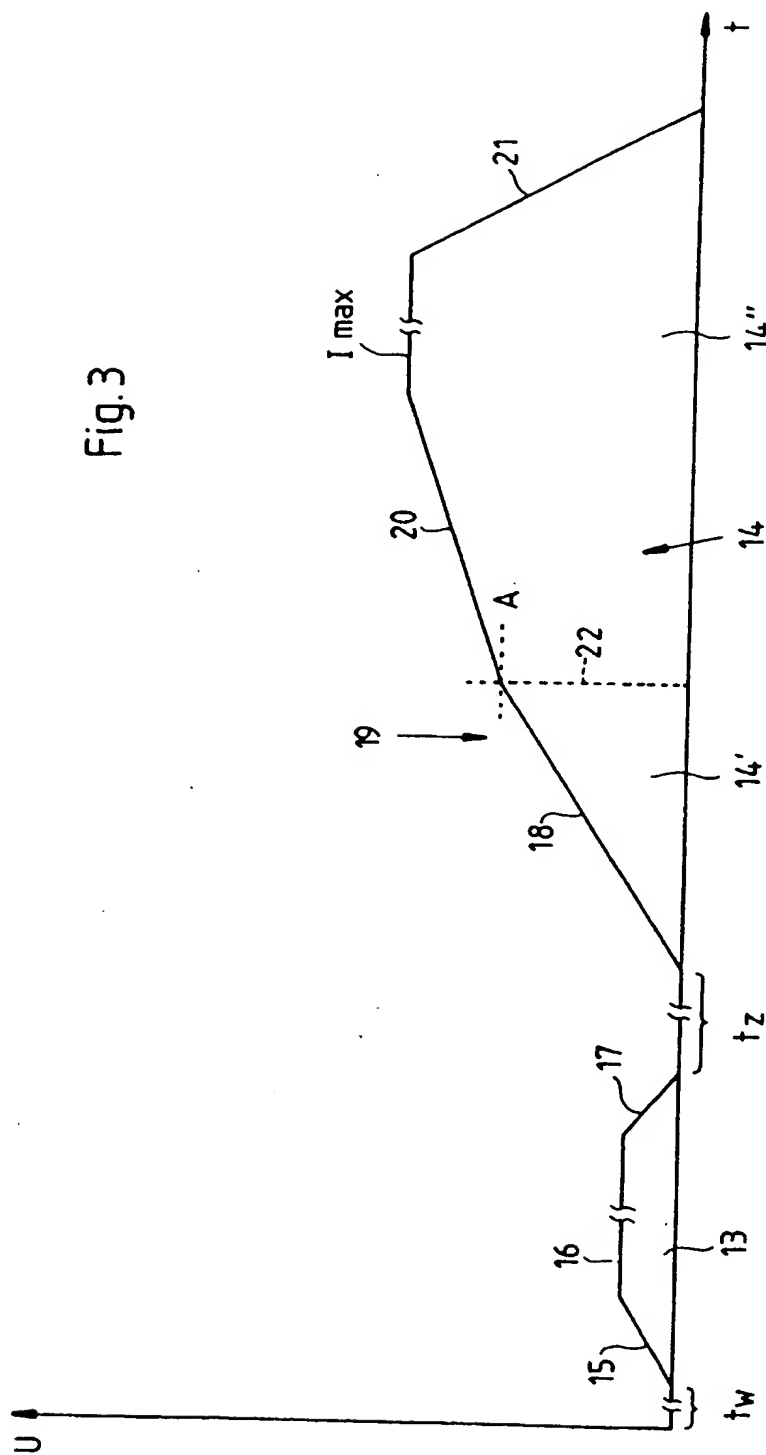


Fig. 3



BEST AVAILABLE COPY

Nummer:

DE 42 11 881 A1

Int. Cl.⁵:

C 25 D 5/02

Offenlegungstag:

14. Oktober 1993

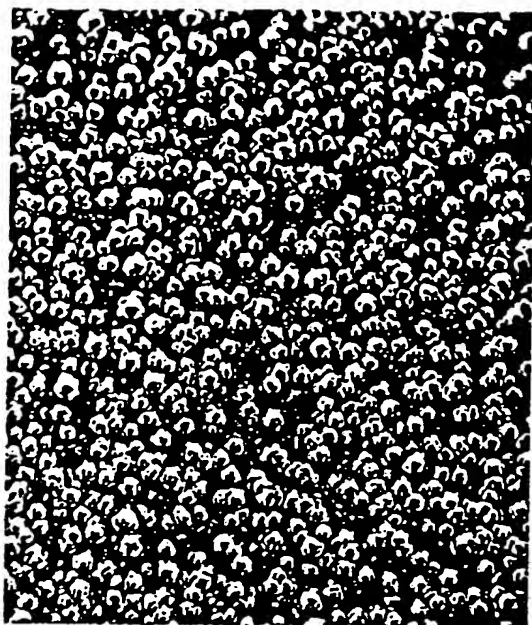


Fig.4



Fig.5

Best Available Copy

BEST AVAILABLE COPY

Nummer:
Int. Cl.⁵:
Offenlegungstag:

DE 42 11 881 A1
C 25 D 5/02
14. Oktober 1993

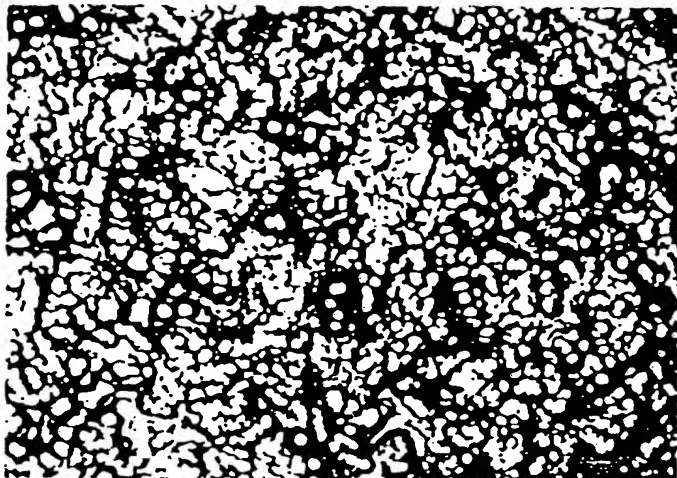


Fig. 6

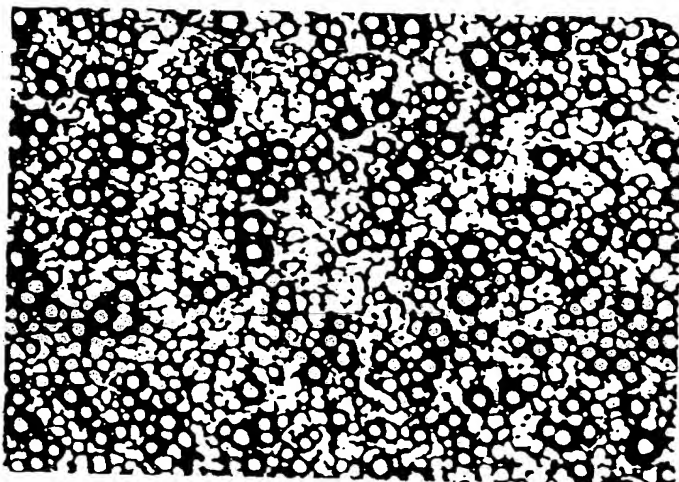


Fig. 7

Best Available Copy